



МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

Ведь В.Е., Ровенский А.И.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина

Реферат – Описана конструкция и назначение основных узлов мобильного мусороперерабатывающего комплекса типа МПК. Представлены экспериментальные данные по каталитической очистке выпускных газов. Определено, что концентрации вредных соединений в отходящих газах МПК являются значительно меньшими, нежели допускаемые нормативными документами к выбросам в атмосферу.

Ключевые слова: Твердые бытовые отходы, мобильный мусороперерабатывающий комплекс, катализ, отходящие газы

MOBILE COMPLEX CATALYTIC THERMAL WASTE TREATMENT

Vedi V.E., Rovenskii A.I.

National Technical University „Kharkov Polytechnic Institute”, Ukraine

Abstract - The design and purpose of the basic units of the developed mobile waste processing complex МПК were described. The experimental data of catalytic purification of exhaust gases were presented. Experimental data on catalytic clearing of final gases of a designed mobile incinerator plant are shown. It is defined, that concentrations of parasitic bridgings in waste gases from setting are considerably smaller, rather than supposed by normative documents to venting.

Keywords: municipal solid waste, mobile waste processing complexes, catalysis, exhaust gas.

COMPLEX MOBIL PENTRU TRATAREA TERMOCATALITICĂ A DEȘEURILOR

Vedi V.E., Rovenskii A.I.

Universitatea Tehnică Națională „Institutul politehnic din Harkov”, Ucraina

Rezumat – Este descrisă construcția și destinația componentelor de bază a complexului mobil de prelucrare a deșeurilor de tipul CPD. Sunt prezentate datele experimentale privind purificarea catalitică a gazelor de eșapament. S-a determinat, că concentrațiile compușilor dăunători în gazele evacuate a CPD sunt considerabil mai mici decât cele admise de documentele normative pentru emisiile în atmosferă.

Cuvinte cheie – deșeuri solide, complex mobil de prelucrare a deșeurilor, cataliză, gaze evacuate

Мировая практика утилизации муниципальных и горючей части промышленных отходов в наиболее промышленно развитых странах мира ФРГ, США, Австрии, Франции, Швеции, Италии и др. показала, что наиболее приемлемыми методами переработки являются термические [1]. Среди них термокаталитические методы являются наиболее эффективными, универсальными и экологически безопасными [2].

Использование современных термокаталитических методов позволяет решить две социально-экономические проблемы:

- утилизации имеющихся и непрерывно поступающих отходов и предотвращения дальнейшего их накопления путем применения экологически безопасной технологии переработки;

- пополнения материально-энергетической ресурсной базы перерабатывающих производств за счет отсортировывания части коммерческих отходов, поступающих на утилизацию, а также за счет использования вторичного тепла отходящих газов [3].

Мобильные подвижные мусороперерабатывающие установки способствуют устранению негативного влияния накопления твердых промышленных и потребительских отходов на среду обитания человека на сравнительно небольших объектах; при этом они могут обслуживать определенное число производителей отходов на значительном территориальном пространстве без нанесения ущерба окружающей среде накоплением мусора [3, 4].

Научно-производственная фирма «Технология» под эгидой Северо-Восточного центра АН Украины и Южной железной дороги при участии ряда институтов, университетов и предприятий спроектировала, изготовила и ввела в промышленную эксплуатацию мобильные мусороперерабатывающие комплексы серии МПК, предназначенные для переработки мусора в количестве от 50, до 400 кг в час и стационарные установки производительностью до 5 тонн в час. Разработанные установки базируются на экологически безопасной отечественной технологии сжигания твердых бытовых (ТБО) и

промышленных отходов, полностью соответствующей требованиям Европейских стандартов, а по отдельным показателям и превосходящих их. Введенные в промышленную эксплуатацию перерабатывающие комплексы решают проблему негативного влияния накопления ТБО на среду обитания человека на сравнительно небольших объектах. В конструкциях установок учтен мировой опыт обращения с ТБО, полностью реализованы вопросы экологически безопасного уничтожения ТБО. В установках реализован комплексный подход в обращении с отходами, сочетающий сортировку ТБО с извлечением вторсырья и сжигание остатка, который обеспечивает максимальную экологическую и экономическую эффективность. Разработки защищены патентами Украины и Российской Федерации [5]. Твердые бытовые отходы (таблица 1) являются сложной многокомпонентной смесью, включающей многие сырьевые материалы (полиэтилен, цветные и черные металлы, бумага, картон, пластмассы, стекло и др.), пищевые отходы, отходы промышленных предприятий (ветошь, спецодежда, отработанные масляные и воздушные фильтры и пр.) и опасные составляющие ТБО (тяжелые металлы, болезнетворные микроорганизмы и др.). Кроме безопасного сжигания ТБО на мусороперерабатывающем комплексе возможно и уничтожение жидких нефтешламов, в том числе и отработанных масел, нефтесборочных сорбентов и т. д. На эти виды работ НПФ «Технология» получила лицензию на переработку. Комплексы по переработке отходов типа МПК обеспечивают соблюдение экологических нормативов при максимальном использовании сырьевой и энергетической ценности ТБО с минимальными приведенными затратами, сокращают расходы на утилизацию, сокращают нагрузку на полигоны ТБО на 90 % и снижают опасность отходов до IV класса опасности [6]. Комплексы по переработке ТБО выполняются в стационарном (блочно-контейнерном) или мобильном исполнении для монтажа на железнодорожной или автомобильной платформе. На рис. 1 приведен общий вид и наименование основных технологических узлов мусороперерабатывающего комплекса МПК-300.

Таблица 1. Типичный состав мусора Дусмана, поступающего на утилизацию с железнодорожных составов

Состав	Содержание, %
Бумага, картон	50–55
Текстиль	5–8
Пластмасса	15–20
Пищевые отходы –	8–12
Деревоотходы –	3–4
Резина	2–3
Неорганические отходы (песок, камни, глина)	6–8

Основные технологические пределы комплекса

Приемно-сортировочная линия предназначена для приема поступающих ТБО, дозированной подачи их на сортировку, отбора и первичной подготовки коммерческой части отходов (полиэтилен, пластик, стекло, металл, бумага и др.) и подачи остатков ТБО («хвостов») на термокаталитическое уничтожение. Приемно-сортировочная линия состоит из следующих основных узлов (рис.1):

- приемный закрыв, предназначенный для хранения ТБО, оснащенный грейферным гидроманипулятором для производства погрузочно-разгрузочных операций;
- перегрузочный бункер с дозировочным конвейером для подачи на сортировку;
- сортировочная кабина с конвейерным столом для переборки отходов, контейнерами для сбора коммерческой части отходов, прессами дробилками для первичной подготовки сырья и бактерицидными лампами над рабочим столом для дезинфекции;
- промежуточный бункер с конвейером для подачи остатков ТБО на термокаталитическое уничтожение. Отделение термокаталитического обезвреживания отходов включает в себя:
 - загрузочное устройство с герметичной системой подачи отходов в печь (пневмозаталкиватель, заслонка, крышка, ворошитель, пульт автоматического управления, функционирующий по двум программам);
 - камерная печь, футерованная и оборудованная эжекционной форсункой и подводом горячим дутьевым в подколосниковое пространство и на форсунку; температура в камере сжигания поддерживается в пределах 850÷1000°C;
 - камера дожигания, в которой происходит объемное дожигание органических соединений; в камере установлен высокотемпературный каталитический реактор; температура в камере дожигания достигает 1100°C, время пребывания газов в ней составляет 2÷2,5 сек;
 - система впрыска содового раствора;
 - центробежно-вихревой пылеуловитель для предварительной очистки отходящих газов от крупной фракции взвешенных частиц (более 10 мкм) с бункером для уловленной пыли;
 - система дымоохладителей I и II ступени;
 - воздушные рекуператоры;
 - низкотемпературный каталитический реактор с температурой газов 350÷500°C;
 - рукавный фильтр с импульсной регенерацией и бункером для уловленной пыли;
 - адсорбционный углетканевый фильтр;
 - компрессорная установка;
 - тягодутьевое оборудование;
 - система контроля, управления и защиты.

В блоке каталитической очистки 1-й ступени происходит каталитическое разложение органических соединений, HCl , HF , H_2SO_4 , окисление полициклических ароматических углеводородов до CO_2 , окисление CO до CO_2 восстановление оксидов азота до элементарного азота и частичное сжигание

сажи. Не распавшиеся в камере дожигания хлорорганические соединения (диоксины, фураны) в высокотемпературном блоке каталитической очистки разрушаются, образуя углекислый газ, воду и соляную кислоту. Система впрыска содового раствора предназначена для нейтрализации кислых газообразных HCl , HF , SO_2 и SO_3 путем превращения их в безвредные соли $NaCl$, NaF , Na_2SO_3 , Na_2SO_4 . В центробежно-вихревом пылеуловителе, предназначенном для снижения пылевой нагрузки на каталитический реактор второй ступени и рукавный фильтр, отходящие дымовые газы очищаются от крупных (до 50 мкм) фракций пыли и сажи на 85-95 %. В каталитическом реакторе 2-й ступени, установленном за центробежно-вихревым

пылеуловителем и работающем в температурном режиме $500\div 610^\circ C$, происходит окончательное обезвреживание (нейтрализация) возможных, вследствие присутствия человеческих факторов, «проскоков» вредных хлорорганических соединений. Рукавный фильтр очищает дымовые газы от мелкодисперсной пыли. Эффективность его функционирования составляет $99,5\div 99,8\%$; при этом возможная концентрация пыли на выходе из него может составлять $7\div 10\text{ мг/м}^3$, которая является величиной меньшей, чем нормативное для теплоэнергетического оборудования, допустимое содержание пыли в выпускных газах.

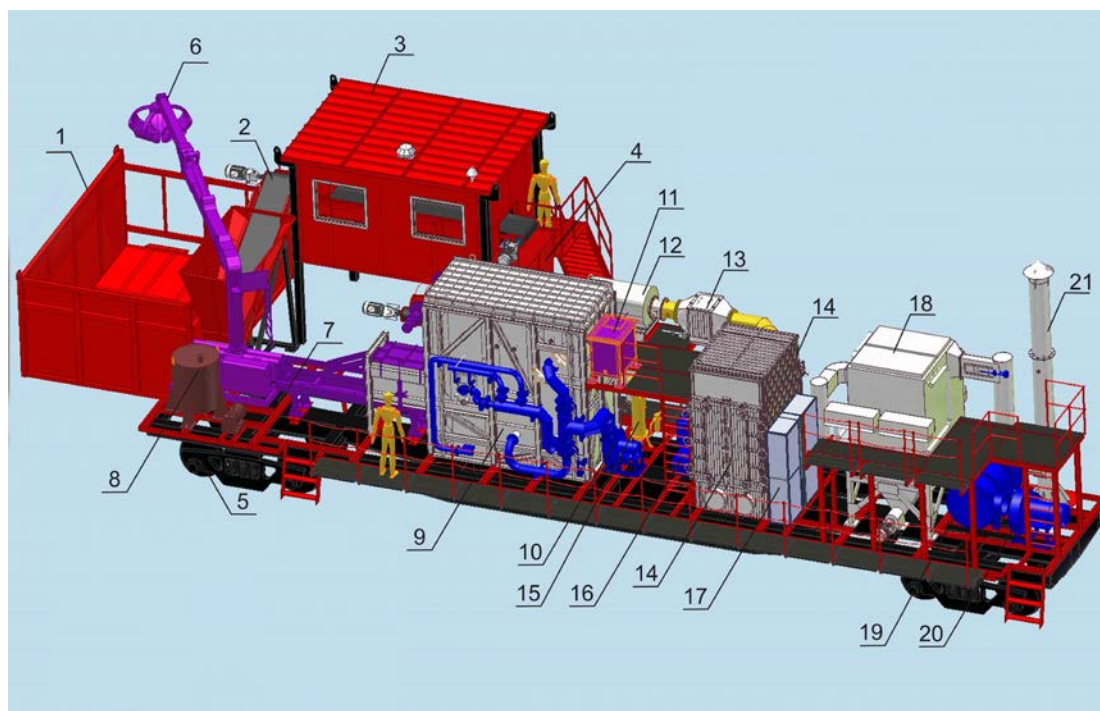


Рис.1. Общий вид мусороперерабатывающего комплекса МПК-300:

1 – контейнер для приема ТБО; 2 – загрузочный транспортер с приемным бункером; 3 – сортировочная кабина; 4 – выгрузочный транспортер с приемным бункером; 5 – железнодорожная платформа; 6 – манипулятор с маслостанцией; 7 – загрузочное устройство печи; 8 – топливный бак с системой подачи топлива; 9 – печь термокatalитического обезвреживания отходов; 10 – дутьевой вентилятор с воздухопроводами; 11 – бак с системой подачи щелочного раствора; 12 – центробежно-вихревой пылеуловитель; 13 – каталитический реактор второй ступени; 14 – дымоохладитель второй ступени; 15 – воздухоосушитель; 16 – компрессор; 17 – шкаф управления; 18 – рукавный фильтр; 19 – адсорбционный углетканевый фильтр; 20 – дымосос; 21 – дымовая труба.

В углетканевом фильтре при резком охлаждении отходящих газов с $100\div 120^\circ C$ до $40^\circ C$ происходит конденсация паров ртути, кадмия, кобальта и других тяжелых металлов на углетканевой кассете фильтра. Разбавление отходящих газов воздухом осуществляется через впускной клапан. Был проведен цикл исследований по определению экологической эффективности функционирования МПК-300 [7]. Сравнительные данные по количеству веществ, выбрасываемых в атмосферу до и после очистки посредством мусороперерабатывающего комплекса, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Количество выбросов токсичных веществ до и после очистки

Наименование компонентов	Количество выбросов, кг/ч		
	до очистки	после очистки	степень очистки, %
Оксиды азота	0,41	0,162	60,5
Оксид углерода	15,2	1,54	99,0
Хлористый водород	0,216	0,012	95,0
Фтористый водород	0,135	0,007	95,0
Полициклические ароматические углеводороды	0,402	0,005	98,5
Хлорсодержащие углеводороды	0,101	0,0024	98,6
Предельные углеводороды	1,514	0,021	98,6
Бенз(а)пирен	$0,135 \cdot 10^{-5}$	$0,1 \cdot 10^{-9}$	99,92
Диоксины	$0,081 \cdot 10^{-5}$	$0,8 \cdot 10^{-9}$	99,9910
Фураны	$0,054 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-9}$	99,99
Пыль	5,4	$3,0 \cdot 10^{-4}$	99,9
Сажа	1,0	0,09	91,0

Использование каталитических преобразователей вредных газовых выбросов на МПК-300 позволяет снизить содержание в окружающей среде токсичных веществ [8]:

- непредельных ароматических углеводородов $C_3 - C_{20}$ – на 11,944 т/год;

- хлорсодержащих углеводородов – на 0,81 т/год;

- полициклических ароматических углеводородов – 3,176 т/год.

Всего в течение года каталитические преобразователи предотвращают попадание в атмосферу около 188 т токсичных веществ. Данные по нормативному, допустимому содержанию в выпускных газах и содержанию вредных веществ в отходящих газах ПМК-300 сведены в таблицу 3.

Таблица 3. Сравнительные данные нормативного, допустимого содержания вредных веществ в выпускных газах и в отходящих газах передвижной установки

Вредные вещества	Содержание в отходящих газах, мг/м ³	
	допустимое, не более	от мусоросжигательной установки
HCl	10	0,01
SO ₂	50	нет
NO _x	100	70
CO	100	5,7
C _{орг}	10	9
Пыль	10	2

Данные, приведенные в таблицах, показывают, что применение термокатализаторной технологии обезвреживания дымовых газов посредством мобильных мусороперерабатывающих комплексов,

позволяет сократить содержание в окружающей среде токсичных веществ и вносить, т.о. вклад в решение важной экологической проблемы по борьбе с канцерогенами, диоксинами и фуранами, которые являются причинами мутагенности и заболеваемости. В 2009 г. на же лезнодорожном вокзале Харьков–Пассажирский введен в эксплуатацию комплекс МПК-300, перерабатывающий отходы прибывающих на вокзал поездов и всех вспомогательных служб и подразделений вокзала. После ввода в эксплуатацию мусороперерабатывающего комплекса службы вокзала отказались от накопления и вывоза поступающих отходов на полигон. Как показала практика его эксплуатации, такие мероприятия оказались целиком обоснованными и являются не только более экономически выгодными, но и экологически безопасными. Расчеты показывают, что вредные выпускные газы, создаваемые мусоровозами, на порядки больше загрязняют окружающую среду, чем разработанный мобильный мусороперерабатывающий комплекс.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] В.Л., Аксенов, Ю.В. Морозов, А.Н.Дубошый, Е.С. Кернажицкая, *Сжигание твердых бытовых отходов*, Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, Экспресс-информ, Киев, УкрНИИТИ, 1989, Вып. 1, с. 12.
- [2] В.Л. Аксенов, Н.А. Дубошый, В.Д. Король, Е.С. Кернажицкая *Исследование выбросов при сжигании ТБО*, Химическая технология, 1991, № 6, с. 87-90.
- [3] А.З. Рыжавский, Л.Ф. Зубков, С.С. Веприцкий, А.И. Ровенский *Экологические характеристики и использование тепла мусоросжигающих установок*, Збірник матеріалів другої науково-практичної конференції «Енергозбереження при термічній переробці відходів – значний потенціал енергоресурсів», Досвід, досягнення та перспектива, Киев, Тов. «Знання» України, 2002, с. 13–15.
- [4] С.С. Веприцкий, Л.Ф. Зубков, А.И. Ровенский, *Екологічески безпашні мобільні мусоросжигальні установки*, Збірник матеріалів другої науково-практичної конференції «Енергозбереження при термічній переробці відходів – значний потенціал енергоресурсів», Досвід, досягнення та перспектива, Киев, Тов. «Знання» України, 2002, с. 15–17.
- [5] В.Е. Ведь, Л.П. Зубков, В.І. Бородин, О.М. Ляшенко, О.І. Ровенський, *Каталізатор для очищення газоподібних викидів, що містять пил*, Деклараційний патент України 14261, Бюл. № 1, 17.01.2005.
- [6] В.Е. Ведь, Л.Ф. Зубков, В.Н. Остапчук, *Исследование эффективности каталитической очистки газов в передвижной мусоросжигательной установке*, Проблемы машиностроения, 2004, Т.7, № 4, с. 87-91.
- [7] А.И. Ровенский, В.Е. Ведь, А.В. Симоненко, *Екологіческая ефективність функціонування передвижних мусоросжигательных комплексов*, Матеріали Українського екологічного конгресу «Структурна перебудова та екологізація в контексті переходу України до збалансованого розвитку», Киев, Центр екологічної освіти та інформації, 2009, с. 229-233.
- [8] В.Н. Остапчук, В.Е. Ведь, Н.Г. Уманец, А.И. Ровенский, *Процессы катализа как эффективные методы очистки газовых выбросов от примесей вредных веществ*, Проблемы машиностроения, 2007, Т.10, № 3, с. 76-80.